

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年10月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-307459

[ST.10/C]:

[JP 2002-307459]

出 願 人

Applicant(s):

三菱電機株式会社

2002年11月15日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3089952

【書類名】 特許願

【整理番号】 541292JP01

【提出日】 平成14年10月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/768

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 石橋 健夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 小野 良治

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082175

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 守

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100066991

【弁理士】

【氏名又は名称】 葛野 信一

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100106150

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【電話番号】 03-5379-3088

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049397

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 埋め込み配線構造の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁膜に第 1 の凹部を形成する工程と、その第 1 の凹部と前記絶縁膜上に埋め込み材料を塗布して前記第 1 の凹部を埋め込む工程と、前記埋め込み材料を化学的機械研磨して前記第 1 の凹部内のみに残るようにする工程と、前記埋め込み材料が埋め込まれた前記絶縁膜上に前記第 1 の凹部と重なる第 2 の凹部のパターンを有するレジストを形成する工程と、このレジストをマスクとして前記埋め込み材料と前記絶縁膜を所定の深さまでエッチングして第 2 の凹部を形成する工程と、このエッチングで残った前記レジストと前記埋め込み材料を除去する工程と、前記第 1 の凹部と前記第 2 の凹部に導電体材料を堆積する工程とを備えることを特徴とする埋め込み配線構造の製造方法。

【請求項 2】 下層配線の上に絶縁膜を堆積する工程と、その絶縁膜にコンタクトホールを形成する工程と、前記コンタクトホールと前記絶縁膜上に埋め込み材料を塗布して前記コンタクトホールを埋め込む工程と、前記埋め込み材料を化学的機械研磨して前記コンタクトホール内のみに残るようにする工程と、前記埋め込み材料が埋め込まれた前記絶縁膜上に前記コンタクトホールと重なる配線溝のパターンを有するレジストを形成する工程と、このレジストをマスクとして前記埋め込み材料と前記絶縁膜を所定の深さまでエッチングして配線溝を形成する工程と、このエッチングで残った前記レジストと前記埋め込み材料を除去する工程と、前記コンタクトホールと前記配線溝に導電体材料を堆積する工程とを備えることを特徴とする埋め込み配線構造の製造方法。

【請求項 3】 下層配線の上に絶縁膜を堆積する工程と、その絶縁膜に配線溝を形成する工程と、前記配線溝と前記絶縁膜上に埋め込み材料を塗布して前記配線溝を埋め込む工程と、前記埋め込み材料を化学的機械研磨して前記配線溝内のみに残るようにする工程と、前記埋め込み材料が埋め込まれた前記絶縁膜上に前記配線溝と重なるコンタクトホールのパターンを有するレジストを形成する工程と、このレジストをマスクとして前記埋め込み材料と前記絶縁膜をエッチングしてコンタクトホールを形成する工程と、このエッチングで残った前記レジストと

前記埋め込み材料を除去する工程と、前記コンタクトホールと前記配線溝に導電体材料を堆積する工程とを備えることを特徴とする埋め込み配線構造の製造方法。

【請求項 4】 前記埋め込み材料として、前記絶縁膜とほぼ同じエッチングレートを有する有機系高分子材料を用いることを特徴とする請求項 2 に記載の埋め込み配線構造の製造方法。

【請求項 5】 前記埋め込み材料として、芳香族系化合物を含まない有機系高分子材料を用いることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の埋め込み配線構造の製造方法。

【請求項 6】 前記レジストを形成する工程の前に、前記絶縁膜上に反射防止膜を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 5 に記載の埋め込み配線構造の製造方法。

【請求項 7】 前記埋め込み材料は前記反射防止膜と相互に溶解しないことを特徴とする請求項 6 に記載の埋め込み配線構造の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、絶縁膜に第 1 の凹部を形成し、この第 1 の凹部と重畳して第 2 の凹部を形成し、第 1 の凹部と第 2 の凹部に導電体材料を堆積する埋め込み配線構造の製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年の半導体装置等の高集積化および高速化に伴って、配線材料の抵抗を下げる事が重要になってきている。この配線材料としては多種多様なものがあるが、配線材料によってはドライエッチングによる加工が困難である。そのため、下層配線上に絶縁膜を堆積し、この絶縁膜にコンタクトホールと配線溝を形成し、これに導電体材料を堆積するプロセスが採用されている。

【 0 0 0 3 】

このような従来のプロセスでは、下層配線上に絶縁膜を堆積し、この絶縁膜上

にフォトリソグラフィ技術によりコンタクトホールのパターンを有するレジストを形成し、このレジストをマスクとして絶縁膜をエッチングして第1の凹部であるコンタクトホールを形成し、レジストを除去する。そして、コンタクトホールと絶縁膜上に埋め込み材料を塗布してコンタクトホールを埋め込む。ここで、埋め込み材料として、反射防止膜の機能を有する芳香族系化合物を含む有機系高分子材料を用いる。

【0004】

次に、埋め込み材料を反応性イオンエッチングまたは酸素プラズマ中での灰化などの全面エッチングしてコンタクトホール内のみに残るようにする。そして、フォトリソグラフィ技術により、埋め込み材料が埋め込まれた絶縁膜上にコンタクトホールと重なる配線溝のパターンを有するレジストを形成し、このレジストをマスクとして埋め込み材料と絶縁膜を所定の深さまでエッチングして第2の凹部である配線溝を形成する。この時、コンタクトホールの底の下層配線は、埋め込み材料で覆われているため、エッチングによるダメージを受けない。さらに、このエッチングで残ったレジストと埋め込み材料を除去し、コンタクトホール底の下層配線を露出させる。そして、コンタクトホールと配線溝に導電体材料を堆積することにより、下層配線とコンタクトした配線を形成する（例えば特許文献1参照）。

【0005】

【特許文献1】

特開平8-335634号公報（第4頁、第1図）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

コンタクトホールを埋め込み材料で埋め込む際に、それぞれのコンタクトホール内の埋め込み材料の量や形状は、コンタクトホールのパターンの疎密に依存する。パターンが密な個所では、コンタクトホール内に埋め込まれる埋め込み材料が少なくなり、下層配線に対するダメージ防止マージンが少なくなってしまう。そこで、埋め込み材料を多めに塗布して、全てのコンタクトホールを完全に埋め込むと、絶縁膜上に形成された埋め込み材料の膜が被エッチング膜となり、この

ままエッチングするとエッチングマスクとなるレジストのエッチング耐性がもたなくなる。

【 0 0 0 7 】

この絶縁膜上の埋め込み材料の膜を反応性イオンエッチングまたは酸素プラズマ中での灰化などの全面エッチングで除去すると、コンタクトホール内の埋め込み材料と絶縁膜の上面を揃えて平坦化するのは困難である。配線溝のパターンはコンタクトホールのパターンと重なっているにもかかわらず、この部分での絶縁膜表面の平坦化がなされないため、高精度な配線溝のパターンを形成することができないという問題があった。

【 0 0 0 8 】

また、従来は、埋め込み材料として、反射防止膜の機能を有する有機系高分子材料を用いていた。これはフォトリソグラフィで用いる波長の光を吸収する芳香族系化合物を含むため、材質が硬くなり、エッチングレートが絶縁膜より小さくなっていた。このため、配線溝パターン形成のためのエッチングの際に、コンタクトホールに埋め込まれた埋め込み材料のエッチングが遅れ、その周囲の絶縁膜がエッチングされ残る。よって、埋め込み材料を除去した後に、コンタクトホールの淵にフェンス状のエッチング残渣が形成されるという問題があった。

【 0 0 0 9 】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、第 1 の目的は、絶縁膜に第 1 の凹部を形成し、この第 1 の凹部と重畳して第 2 の凹部を形成する際に、高精度な第 2 の凹部のパターンを形成することができる埋め込み配線構造の製造方法を得るものである。また、第 2 の目的は、コンタクトホールの淵にエッチング残渣が発生するのを防ぐことができる埋め込み配線構造の製造方法を得るものである。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る埋め込み配線構造の製造方法においては、絶縁膜に第 1 の凹部を形成する工程と、その第 1 の凹部と絶縁膜上に埋め込み材料を塗布して第 1 の凹部を埋め込む工程と、埋め込み材料を化学的機械研磨して第 1 の凹部内のみに

残るようにする工程と、埋め込み材料が埋め込まれた絶縁膜上に第 1 の凹部と重なる第 2 の凹部のパターンを有するレジストを形成する工程と、このレジストをマスクとして埋め込み材料と絶縁膜を所定の深さまでエッチングして第 2 の凹部を形成する工程と、このエッチングで残ったレジストと埋め込み材料を除去する工程と、第 1 の凹部と第 2 の凹部に導電体材料を堆積する工程とを備えるものである。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 における埋め込み配線構造の製造方法を示すものである。

【 0 0 1 2 】

まず、図 1 (a) に示すように、Cu などからなる下層配線 1 上に保護膜 2、絶縁膜 3、エッチングストッパー膜 4、絶縁膜 5 を順に堆積させる。この絶縁膜 5 上にコンタクトホール 7 のパターンを有するレジスト 6 を形成する。このパターンは、レジスト 6 上面が平坦となっているため、フォトリソグラフィにより高精度に形成される。そして、このレジスト 6 をマスクとして絶縁膜 5、エッチングストッパー膜 4、絶縁膜 3 をエッチングして第 1 の凹部としてコンタクトホール 7 を形成する。このエッチングの際に下層配線 1 は保護膜 2 によって保護される。

【 0 0 1 3 】

次に、図 1 (b) に示すように、レジスト 6 を除去し、コンタクトホール 7 と絶縁膜 5 上に埋め込み材料 8 をスピンコート等により塗布し、180～220℃で 60 秒間程度のベーキング（熱処理）を行って材料中の溶媒を蒸発させる。この時、絶縁膜 5 上の埋め込み材料 8 の膜厚は約 50～1500 nm とすることが好適である。ここで、埋め込み材料 8 として分子量の小さな有機系高分子材料を用いており、これは熱処理した時の流動性が大きい。そのため、コンタクトホール 7 は、そのパターンの疎密によらず、埋め込み材料 8 によって完全に埋め込まれる。そして、この埋め込み材料 8 として用いている有機系高分子材料は、芳香

族系化合物を含まず、絶縁膜 5 とほぼ同じエッチングレートを有する。また、埋め込み材料 8 は熱硬化温度が高い材料とするのが好ましい。このような埋め込み材料 8 の例としては、重量平均分子量 4 0 0 0 のアクリル系ポリマーとアルコキシメチルアミノ基を有する架橋剤とスルホン酸系酸触媒とをアセテート系溶媒で溶解したものがある。

【 0 0 1 4 】

次に、図 1 (c) に示すように、コロイダルシリカ等をスラリーに用いた化学的機械研磨により、埋め込み材料 8 を絶縁膜 5 が露出するまで研磨し、埋め込み材料 8 がコンタクトホール 7 内のみに残るようにする。この時、コンタクトホール 7 内の埋め込み材料 8 と絶縁膜 5 の上面を揃えて平坦化している。

【 0 0 1 5 】

次に、図 1 (d) に示すように、埋め込み材料 8 が埋め込まれた絶縁膜 5 上に反射防止膜 9 を形成する。この反射防止膜 9 は、有機材料からなり、後のレジストパターンを形成する際に使用する露光波長に吸収を有するものである。この反射防止膜 9 の膜厚は約 5 0 ~ 1 5 0 0 n m とすることが好適である。また、埋め込み材料 8 と反射防止膜 9 は相互に溶解しないという特徴を有している。そして、反射防止膜 9 の上にレジスト 1 0 を形成する。このレジスト 1 0 の厚さは、約 5 0 0 ~ 1 5 0 0 n m とすることが好適である。このレジスト 1 0 はスピンコート等により塗布することができ、例えば 8 0 ~ 1 5 0 ℃ で 6 0 秒間程度のベーキング（熱処理）を行って材料中の溶媒を蒸発させる。

【 0 0 1 6 】

そして、図 1 (e) に示すような、コンタクトホール 7 と重なる配線溝 1 1 （図 1 (f) 参照）のレジストパターンを形成するために、i 光線または Kr F エキシマ、Ar F エキシマ等のレジスト感光波長に対応した光源を用いてレジスト 1 0 を露光する。ここで絶縁膜 5 上面を平坦化したため、レジスト 1 0 上面は平坦であり、配線溝 1 1 のパターンは高精度に露光される。露光後、例えば 8 0 ~ 1 2 0 ℃ で 6 0 秒間程度の P E B （露光後加熱）を行ってレジスト 1 0 の解像度を向上させ、TMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）等の 2 . 0 0 ~ 2 . 5 0 % 程度のアルカリ水溶液を用いて現像する。その後、必要に応

じて例えば100～130℃で60秒間程度のPDB（熱処理）を行い、レジスト10を焼き固める（図1（e））。

【0017】

次に、図1（f）に示すように、このレジスト10をマスクとして、反射防止膜9と絶縁膜5と埋め込み材料8を所定の深さまでエッチングして第2の凹部である配線溝11を形成する。この時、絶縁膜5と埋め込み材料8はほぼ同じ速度でエッチングされる。また、このエッチングは1回で行ってもよいし、2回に分けて、まず反射防止膜9をエッチングした後に、絶縁膜5と埋め込み材料8をエッチングすることもできる。いずれにしてもエッチングの際にはエッチングストッパー膜4が存在しているため、このエッチングストッパー膜4より下層の絶縁膜3はエッチングされない。次に、配線溝11の底部のエッチングストッパー膜4を除去する。

【0018】

次に、図1（g）に示すように、エッチングで残ったレジスト10と埋め込み材料8を除去し、さらにコンタクトホール7の底部の保護膜2を除去する。そして、コンタクトホール7と配線溝11にCuなどの導電体材料を堆積することで埋め込み配線12が完成する。

【0019】

以上のような製造方法によれば、絶縁膜（2～5）に第1の凹部（コンタクトホール7）を形成し、この第1の凹部と重畳して第2の凹部（配線溝11）を形成する際に、高精度な第2の凹部のパターンを形成することができる。また、コンタクトホール7の淵にエッチング残渣が発生するのを防ぐことができる。これにより、埋め込み配線12と下層配線1とを、コンタクトホール7に埋めた導電体材料により電氣的に接続した2層配線構造を高精度に形成することができる。

【0020】

実施の形態2.

図2はこの発明の実施の形態2における埋め込み配線構造の製造方法を示すものである。

【0021】

先ず、図 2 (a) に示すように、Cu などからなる下層配線 2 1 上に保護膜 2 2、絶縁膜 2 3、エッチングストッパー膜 2 4、絶縁膜 2 5 を順に堆積させる。この絶縁膜 2 5 上に配線溝 2 7 のパターンを有するレジスト 2 6 を形成する。このパターンは、レジスト 2 6 上面が平坦となっているため、フォトリソグラフィにより高精度に形成される。そして、このレジスト 2 6 をマスクとして絶縁膜 2 5 をエッチングして第 1 の凹部である配線溝 2 7 を形成する。この時、エッチングストッパー膜 2 4 が存在しているため、このエッチングストッパー膜 2 4 より下層の絶縁膜 2 3 はエッチングされない。

【0 0 2 2】

次に、図 2 (b) に示すように、レジスト 2 6 を除去し、配線溝 2 7 と絶縁膜 2 5 上に埋め込み材料 2 8 をスピンコート等により塗布し、180～220℃で60秒間程度のベーキング（熱処理）を行って材料中の溶媒を蒸発させる。この時、絶縁膜 2 5 上の埋め込み材料 2 8 の膜厚は約50～1500nmとすることが好適である。ここで、この埋め込み材料 2 8 として分子量の小さな有機系高分子材料を用いており、これは熱処理した時の流動性が大きい。そのため、コンタクトホール 7 は、そのパターンの疎密によらず、埋め込み材料 2 8 によって完全に埋め込まれる。そして、この埋め込み材料 2 8 として用いている有機系高分子材料は、芳香族系化合物を含めない方が、後で埋め込み材料 2 8 をエッチングする際にエッチング速度が速くなり有利である。また、埋め込み材料 2 8 は熱硬化温度が高い材料とするのが好ましい。このような埋め込み材料 2 8 の例としては、重量平均分子量4000のアクリル系ポリマーとアルコキシメチルアミノ基を有する架橋剤とスルホン酸系酸触媒とをアセテート系溶媒で溶解したものがある。

【0 0 2 3】

そして、図 2 (c) に示すように、コロイダルシリカ等をスラリーに用いた化学的機械研磨により、埋め込み材料 2 8 を絶縁膜 2 5 が露出するまで研磨し、埋め込み材料 2 8 が配線溝 2 7 内のみに残るようにする。この時、配線溝 2 7 内の埋め込み材料 2 8 と絶縁膜 2 5 の上面を揃えて平坦化している。

【0 0 2 4】

次に、図 2 (d) に示すように、埋め込み材料 2 8 が埋め込まれた絶縁膜 2 5 上に反射防止膜 2 9 を形成する。この反射防止膜 2 9 は、有機材料からなり、後のレジストパターンを形成する際に使用する露光波長に吸収を有するものである。この反射防止膜 2 9 の膜厚は約 5 0 ~ 1 5 0 0 n m とすることが好適である。また、埋め込み材料 2 8 と反射防止膜 2 9 は相互に溶解しないという特徴を有している。そして、反射防止膜 2 9 の上にレジスト 3 0 を形成する。このレジスト 3 0 の厚さは、約 5 0 0 ~ 1 5 0 0 n m とすることが好適である。このレジスト 3 0 はスピコート等により塗布することができ、例えば 8 0 ~ 1 5 0 ° C で 6 0 秒間程度のベーキング（熱処理）を行って材料中の溶媒を蒸発させる。

【 0 0 2 5 】

そして、図 2 (e) に示すように、配線溝 2 7 と重なるコンタクトホール 3 1（図 2 (f) 参照）のレジストパターンを形成するために、i 光線または K r F エキシマ、A r F エキシマ等のレジスト感光波長に対応した光源を用いて露光する。ここで絶縁膜 2 5 上面を平坦化したため、レジスト 3 0 上面は平坦であり、コンタクトホール 3 1 のパターンは高精度に露光される。露光後、例えば 8 0 ~ 1 2 0 ° C で 6 0 秒間程度の P E B（露光後過熱）を行ってレジスト 3 0 の解像度を向上させ、T M A H（テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド）等の 2 . 0 0 ~ 2 . 5 0 % 程度のアルカリ水溶液を用いて現像する。その後、必要に応じて例えば 1 0 0 ~ 1 3 0 ° C で 6 0 秒間程度の P D B（熱処理）を行い、レジスト 3 0 を焼き固める。

【 0 0 2 6 】

次に、図 2 (f) に示すように、このレジスト 3 0 をマスクとして、反射防止膜 2 9 と埋め込み材料 2 8 と絶縁膜 2 5 を所定の深さまでエッチングして第 2 の凹部であるコンタクトホール 3 1 を形成する。このエッチングの際に下層配線 2 1 は保護膜 2 2 によって保護される。

【 0 0 2 7 】

そして、図 2 (g) に示すように、エッチングで残ったレジスト 3 0 と埋め込み材料 2 8 を除去し、コンタクトホール 3 1 の底部の保護膜 2 2 も除去する。そして、配線溝 2 7 とコンタクトホール 3 1 に C u などの導電体材料を堆積するこ

とで埋め込み配線 3 2 が完成する。

【 0 0 2 8 】

以上のような製造方法によれば、絶縁膜（2 2 ～ 2 5）に第 1 の凹部（配線溝 2 7）を形成し、この第 1 の凹部と重畳して第 2 の凹部（コンタクトホール 3 1）を形成する際に、高精度な第 2 の凹部のパターンを形成することができる。また、コンタクトホール 3 1 の淵にエッチング残渣が発生するのを防ぐことができる。これにより、埋め込み配線 3 2 と下層配線 2 1 とを、コンタクトホール 3 1 に埋めた導電体材料により電氣的に接続した 2 層配線構造を高精度に形成することができる。

【 0 0 2 9 】

以上では半導体装置における配線構造を例にして説明したが、この発明の配線構造は、半導体装置に限らず液晶装置、磁気メモリ等、その他の電子デバイスにも適用できるものである。従って、この発明は、半導体装置、液晶装置などの電子デバイスの製造方法としても把握しうるものである。

【 0 0 3 0 】

【発明の効果】

この発明は以上説明したように、絶縁膜に第 1 の凹部を形成し、この第 1 の凹部と重畳して第 2 の凹部を形成する際に、高精度な第 2 の凹部のパターンを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 による埋め込み配線構造の製造方法を示す断面図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 2 による埋め込み配線構造の製造方法を示す断面図である。

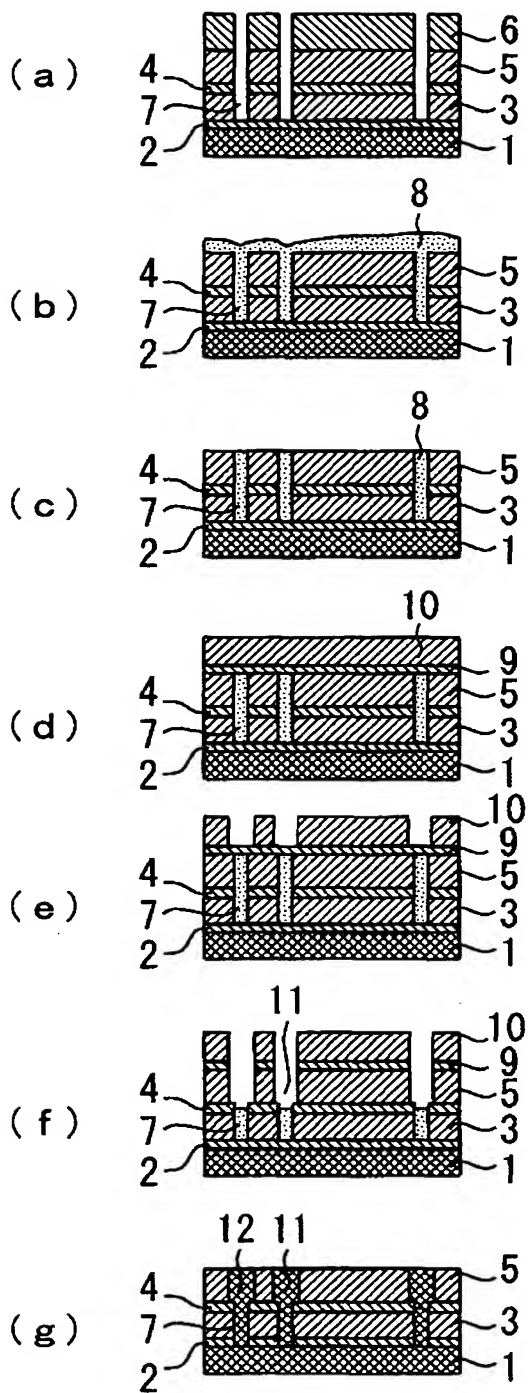
【符号の説明】

1, 2 1 下層配線、 3, 5, 2 3, 2 5 絶縁膜、 1 0, 3 0 レジスト、 7 コンタクトホール（第 1 の凹部）、 1 1 配線溝（第 2 の凹部）、 8, 2 8 埋め込み材料、 9, 2 9 反射防止膜、 2 7 配線溝（第 1 の凹部）、 3 1 コンタクトホール（第 2 の凹部）。

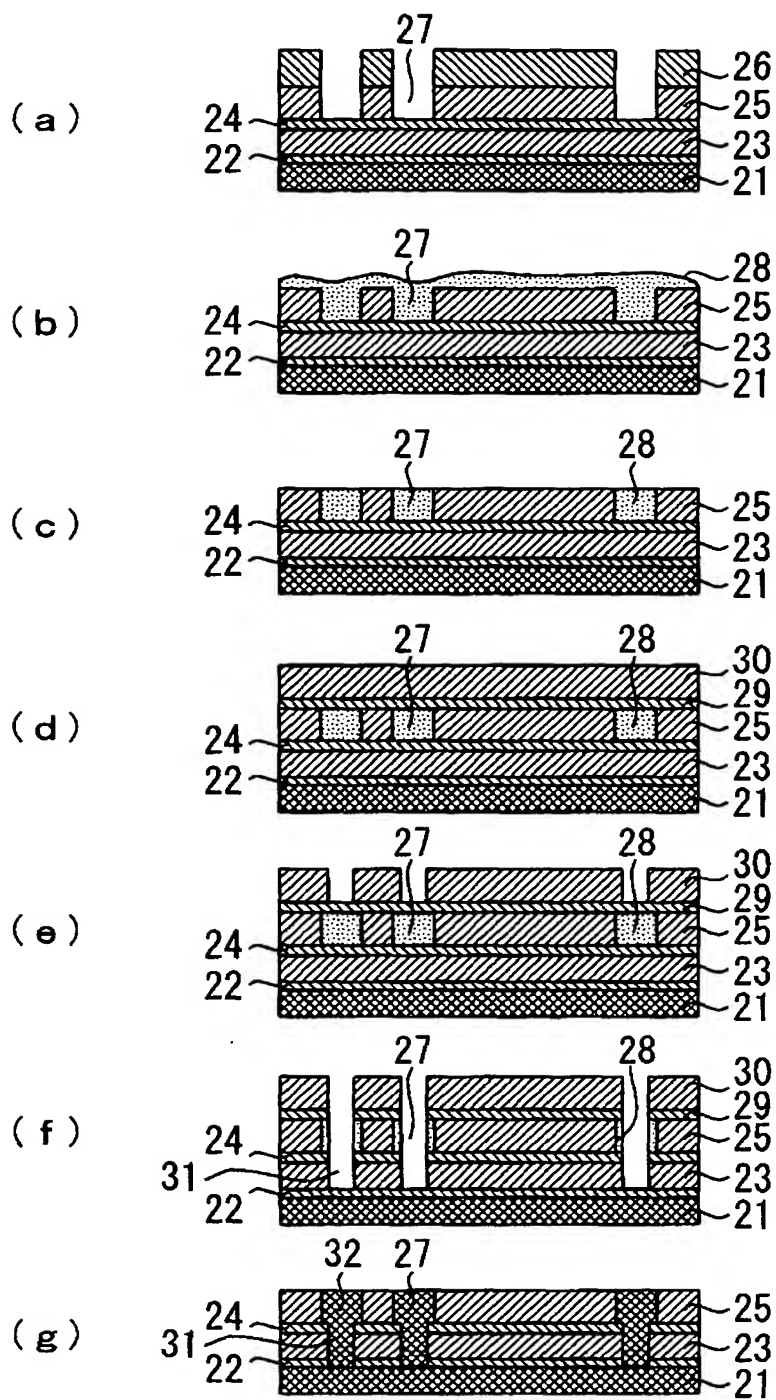
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 絶縁膜に第 1 の凹部を形成し、この第 1 の凹部と重畳して第 2 の凹部を形成する際に高精度な第 2 の凹部のパターンを形成する。

【解決手段】 絶縁膜に第 1 の凹部を形成し、その第 1 の凹部と絶縁膜上に埋め込み材料を塗布して第 1 の凹部を埋め込み、埋め込み材料を化学的機械研磨して第 1 の凹部内のみに残るようにし、埋め込み材料が埋め込まれた絶縁膜上に第 1 の凹部と重なる第 2 の凹部のパターンを有するレジストを形成し、このレジストをマスクとして埋め込み材料と絶縁膜を所定の深さまでエッチングして第 2 の凹部を形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名 三菱電機株式会社